

Method and device for angular measurement of a rotatable body

Patent Number: ☐ US5930905
Publication date: 1999-08-03
Inventor(s): ABENDROTH MANFRED (DE); BRAUN HANS (DE); JOST FRANZ (DE); MARX KLAUS (DE); ZABLER ERICH (DE)
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Requested Patent: ☐ WO9627116
Application Number: US19970894453 19970725
Priority Number (s): DE19951006938 19950228; WO1996DE00132 19960131
IPC Classification: G01B7/00
EC Classification: G01D5/04, G01D5/16B1, G01D5/245B
Equivalents: CN1090315B, CN1175999, ☐ DE19506938, ☐ EP0877916 (WO9627116), B1, JP1150082T

Abstract

PCT No. PCT/DE96/00132 Sec. 371 Date Jul. 25, 1997 Sec. 102(e) Date Jul. 25, 1997 PCT Filed Jan. 31, 1996 PCT Pub. No. WO96/27116 PCT Pub. Date Sep. 6, 1996A method and a device for measuring the angle of a rotatable body, in particular a body rotatable by more than 360 DEG, are described. In this case this rotatable body cooperates with at least two further rotatable bodies, for example gear wheels, whose angular positions are determined with the aid of two sensors. The angular position of the rotatable body is determined from the angular positions detected in this way. So that unequivocal statements can be made, it is necessary for all three rotatable bodies or gear wheels to have defined predetermined numbers of teeth. The method and the device can be used, for example, for determining the steering angle of a motor vehicle.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

02/201149
JY2-925

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平11-500828

(43) 公表日 平成11年(1999) 1月19日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 1 D 5/12

G 0 1 D 5/12

L

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平8-525938
(86) (22) 出願日 平成8年(1996) 1月31日
(85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 8月28日
(86) 国際出願番号 PCT/DE96/00132
(87) 国際公開番号 WO96/27116
(87) 国際公開日 平成8年(1996) 9月6日
(31) 優先権主張番号 19506938. 2
(32) 優先日 1995年2月28日
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE), CN, JP, US

(71) 出願人 ローベルト ボツシユ ゲゼルシャフト
ミット ベシユレンクテル ハフツング
ドイツ連邦共和国 D-70442 シュツツ
トガルト ポストファッハ 300220
(72) 発明者 エーリッヒ ツァブラー
ドイツ連邦共和国 76297 シュツターテン
ゼー ブルンヒルトシュトラッセ 11
(72) 発明者 クラウス マルクス
ドイツ連邦共和国 70563 シュツツトガ
ルト エスターフェルトシュトラッセ 62
(74) 代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転体における角度測定方法及び装置

(57) 【要約】

本発明は、例えば 360° を越えて回転可能な回転体の角度測定のための方法及び装置に関する。この場合この回転体は少なくとも2つのさらなる回転体、例えば2つの歯車と共動している。これらの角度位置は2つのセンサを用いて求められる。そのようにして求められた角度位置からは回転体の角度位置が求められる。一義的な関係を可能にするためには3つの全ての回転体ないし歯車が所定の歯数を有していなければならない。本発明による方法及び装置は例えば自動車の操舵角の検出に適用可能である。

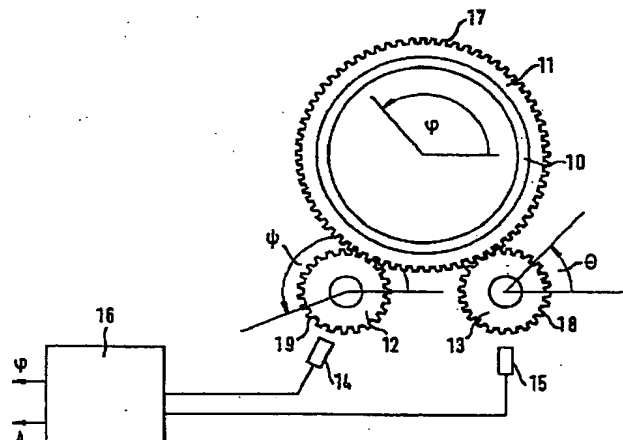


FIG. 1

【特許請求の範囲】

1. 例えば360°を越えて回転可能な回転体の角度測定のための方法であって、前記回転体は同形状の多数の角度マークないし歯を備えており、さらに前記回転体は、同形状の多数の角度マークないし歯を備えた少なくとも2つのさらなる回転体と共動している形式のものにおいて、

前記2つのさらなる回転体の角度 θ 、 Ψ が求められ、角度位置 ψ が、存在する幾何学的特性の考慮のもとで前記角度 θ 、 Ψ から求められることを特徴とする回転体における角度測定方法。

2. 第1のステップにおいて整数 k を求め、角度 θ で乗算される歯車の歯数と、角度 Ψ で乗算される歯車の歯数との間で差分が形成され、この差分を角度 Ω によって除算し、第2のステップにおいて検出すべき角度 ψ が前記 k 値に基づいて以下の式、

$$\varphi = \frac{m \cdot \Psi + (m+1) \cdot \theta - (2m+1) \cdot k \cdot \Omega}{2n} \quad (2)$$

の評価によって算出され、角度 ψ が負の場合に、完全な角度周期が引き続きそれに加算される、請求の範囲第1項記載の回転体における角度測定方法。

3. 前記数値 k の変化の妥当性を検査し、前記 k 値の変化の妥当性が否定された場合にエラーを識別する、請求の範囲第1項又は2項記載の回転体における角度測定方法。

4. 前記回転体は歯車であり、1つの歯車の歯数が n で、第2の歯車の歯数が m で、第3の歯車の歯数が $m+1$ であり、前記歯数 n と m は異なり、角度 θ 及び Ψ はセンサ(14, 15)を用いて求め、角度 ψ は評価回路(16)にて求める、請求の範囲第1項～3項いずれか1項記載の回転体における角度測定方法。

5. 前記角度 θ 及び Ψ を、絶対値センサとして動作するそれぞれ1つのセンサを用いて求める、請求の範囲第4項記載の回転体における角度測定方法。

6. 前記求めるべき角度は自動車の操舵角であり、第1の歯車が操舵軸に係合されて該操舵軸と共に回転する、請求の範囲第1項～5項いずれか1項記載の回転

体における角度測定方法。

7. 前記第2及び第3の歯車の角度位置を求めるセンサがAMR（異方性磁気抵抗形）センサであり、該AMRセンサは、歯車に結合されたマグネットを走査する、請求の範囲第5項記載の回転体における角度測定方法。

8. 角度 Ψ と θ からの角度 ψ の検出を、ハイブリッド回路として構成された評価回路を用いて行い、2つの前記AMR（異方性磁気抵抗形）角度センサが該ハイブリッド回路の構成部である、請求の範囲第6項記載の回転体における角度測定方法。

【発明の詳細な説明】

回転体における角度測定方法及び装置

従来の技術

本発明は、請求の範囲第1項の上位概念による、例えば 360° を越えて回転可能な回転体の角度測定のための方法及び装置に関する。

回転可能な軸の角度位置を求めるのに使用される装置の様々な適用分野では、装置の始動と同時に正確な軸位置を識別することが求められる。このような要求に対する最善の手段としては、例えばポテンシオメータ等のアナログ角度センサが用いられる。この種のセンサはスイッチオン直後のあらゆる位置で、直ちに有効な角度位置を電圧の形で出力する。

そのような装置を、 360° よりも広い角度範囲での角度測定に用いる場合には、軸がどの回転状態におかれているかを検出することがもはや不可能となり問題が生じる。しかしながら 360° よりも広い角度範囲の評価に対しては、インクリメントセンサを用いることも可能である。このインクリメントセンサでは角度位置がパルスのアップダウンカウントによって求められる。しかしながらそのようなインクリメントセンサでは絶対値角度の測定を実施することは不可能である。というのはピックアップを通過したインクリメン

トしかカウントできないからである。

360° よりも広い角度範囲での角度測定を可能にするために、現段階ではまだ未公開のドイツ連邦共和国特許出願第4409892号明細書では、自動車の操舵角の検出に関して次のような操舵角検出手法が提案されている。すなわち $\pm 720^\circ$ の範囲に亘る操舵角の検出を遊星歯車伝動装置を用いて実施する手法が提案されている。この遊星歯車伝動装置はその歯のカウントに関して次のように設計されている。すなわち操舵軸と走査すべきセンサディスクとの間の比が正確に4の値となるように設計されている。走査すべきセンサディスクの1回転により、操舵角は 720° だけ変化する。センサディスクと操作部にコードを設けることにより、センサディスクの位置が装置のスイッチオン直後に求められる。それにより操舵角の検出も直ちに可能となる。

しかしながらこの種の360°よりも広い角度範囲での角度測定用の公知装置の欠点は、厳密に設計された遊星歯車伝動装置が不可欠になることと、高価な絶対値センサ系が付加的に必要なことである。

発明の利点

それに対して本発明による、特に360度を越えて回転可能な回転体における角度測定のための方法及び装置は、次のような利点を有している。すなわち複数に及ぶ回転のもとでも全く一般的な絶対値角度測定が

、高価な遊星歯車伝動装置なしで可能となる。また2つの異なる角度を検出する2つのセンサを用いることによって測定エラーも低減される。この本発明による測定原理は、あらゆる種類の角度センサ、例えば光学的センサ、磁気センサ、容量性センサ、誘導センサ、抵抗センサ等に適用可能である。すなわち任意の接触形もしくは非接触形センサに適用可能である。

この利点は、角度位置を求めるべき軸が歯車ないし歯車リムを供え、この歯車リムが別の2つの歯車と共動してそれらの角度位置をそれぞれ1つのセンサによって連続的に求め、2つの測定角度から、求めるべき角度位置を適切な手法で算出するようにして達成される。

特に有利には、角度範囲と角度精度が個々の歯車ないし歯車リムの角度マークないし歯数の適切な選択によって自由に設定可能である。歯車の配置構成は、所望の利点が得られるように選択されてもよい。その際歯車は1つの平面内か又は異なる平面内に配設されてもよい。

本発明の別の有利な実施例は従属請求項に記載される。この場合特に有利には、過度に大きな測定エラーと個々のセンサの故障が識別される。直前の値との比較によって、場合によってはどのセンサに欠陥が生じているかが識別可能で、有利には唯1つのセンサでの緊急運転も可能である。8ビットのアナログ／デジタ

ル変換器を利用すれば、本発明の方式で動作する操舵角センサのもとでは、0.1°よりも小さい操舵角の分解能も理論的に達成可能である。

図面

図1は、 360° 以上回転可能な軸の角度を検出できる第1実施例を示した図である。

図2は、操舵角センサの実施例を示した図であり、この場合図2aは歯車の平面図であり、図2bは所属のセンサ群と評価回路を含めた、操舵角検出用装置の全体構成図である。

図3は本発明による方法のフローチャートを示した図である。

実施例

次に本発明の実施例を図面に基づき、以下の明細書で詳細に説明する。

図1には、回転角度 ψ が測定される回転可能な軸ないし回転体が符号10で示されている。この軸10は歯車11を有している。この歯車11は n 個の歯からなっている。2つのさらなる歯車12及び13（これらは m 個の歯と $m+1$ 個の歯を有している）は、位置固定されて前記歯車11と係合されている。これらの位置固定された歯車の角度 Ψ と θ は2つの周期的な角度センサ14、15を用いて測定される。この測定は接触式か又は非接触式に行われる。これらの角度センサの周期性は Ω で表す。通常は $\Omega = 180^\circ$ か又は 36

0° であるが、場合によってはその他の角度であってもよい。

これらの角度センサはそれぞれ電子評価回路16に接続される。この評価回路16では軸角度 ψ の検出に必要な計算が行われる。

前記角度センサ14、15がいわゆる絶対値センサであるという前提のもとで、これらのセンサは、軸10の角度位置検出用装置のスイッチオン直後に、スイッチオン時の歯車12、13の回転角度 Ψ と0を供給する。これらの角度値からは、歯車11の角度マークないし歯17の数と歯車13、12の角度マークないし歯18、19の数がわかっている限り、直ちに軸10の角度 ψ が一義的に検出される。

検出すべき角度 ψ をどの程度の大きさまで可能とするかに応じて、個々の歯車の歯17、18、19の数が選定される。角度検出範囲 ψ が 3600° で、2つの角度センサの測定範囲 Ω が 360° で、所要精度が 1° であるならば、歯車11の歯数 n は87でなければならず、従って歯数 m は29でなければならない。

そのような歯車を用いれば3600°の角度範囲がその角度範囲内で角度 θ と Ψ に対して一義的な対応付けが可能となるように表すことができる。回転角度 ψ の計算は本発明による装置のスイッチオンの後で、例えば図3に示されているような手法に従って行われる。評価回路16内では、第1のステップS1において次の

式に従って計算が行われる。

$$k = \frac{(m+1) \cdot \theta - m \cdot \psi}{\Omega} \quad (1)$$

前記角度 θ と Ψ は事前に測定されている。

従ってステップS2として角度 ψ は以下の式に従って算出される。

$$\varphi = \frac{m \cdot \psi + (m+1) \cdot \theta - (2m+1) \cdot k \cdot \Omega}{2n} \quad (2)$$

ステップS3では事前に求められた角度 ψ が負であるか否かが検査される。負である場合には、ステップS4において完全な角度周期が加算され、以下の式が成り立つ。

$$\varphi' = \varphi + \frac{m \cdot (m+1)}{n} \cdot \Omega \quad (3)$$

そのようにして得られた角度 ψ' は、真の測定値 ψ_M として取り込まれる。それに対してステップS3で角度 ψ が0よりも小さくないことが識別されたならば、ステップS2にて求められた角度が測定された角度 ψ_M として送出される。

測定値 ψ_M の送出の後では、次の角度検出が次の測定角度 θ, Ψ からステップS1で開始される。

個々の角度センサ14、15の測定エラーEが式(2)に従って m/n の比で角度 ψ のエラーに伝達されるので、 m/n の伝達比の適切な選択によって精度の設定も可能となる。いずれにせよ個々のセンサの測定エラーが前記式(1)による丸め操作のもとで誤った数値 k が算出されるほど大きいならば、求められる角度 ψ は

連続的ではなくて跳躍的に以下の式の結果分だけ変化する。

$$\Delta \varphi = \pm \frac{2m+1}{2n} \cdot \Omega \quad (4)$$

このことは次のことによって阻止できる。すなわち k に対する値の変化を前記式 (1) に従って追従させることにより阻止できる。角度 ψ 及び/又は θ の測定範囲 Ω に亘る 0 への連続的な遷移並びに 0 からの反転のもとでは k の値は $\pm m$ と $\pm (m+1)$ の整数的な変化しかとらない。別の跳躍的变化が記録された場合には、これは過度に大きな測定エラーへの示唆か又は個々のセンサの欠陥を表している。すなわち図 3 によるフローチャートのステップ S 1 で求められた順次連続する k の値は相互に比較され、あり得ないような変化が生じている場合にはエラーが識別される。それに伴って評価回路 16 からはエラー表示 A が送出される。

正しい k の値を得るためには、個々のセンサ 14、15 の角度エラーが以下の値よりも小さくしなければならない。

$$\delta \varphi = \pm \frac{0.5 \cdot \Omega}{2m+1} \quad (5)$$

これにより角度 ψ の最大角度エラーは以下の式から得られる。

$$\delta \varphi = \frac{m \cdot \Omega}{2n \cdot (2m+1)} \quad (6)$$

個々のセンサの比較的大きな角度エラーは角度 ψ の跳躍的变化に結び付く。これは値 k のあり得ないような

変化によって検出可能である。

次に回転角度 ψ を 2 つの回転角度 Ψ と θ から算出する手段を説明する。

歯数に基づいて角度 ψ と 2 つの角度 Ψ 、 θ の間では以下の関係が成り立つ。

$$\psi = \frac{n}{m} \cdot \varphi \bmod \Omega \quad (\text{mod} = \text{modulo}) \quad (7)$$

$$\theta = \frac{n}{m+1} \cdot \varphi \bmod \Omega \quad (8)$$

2 つの角度は角度 Ω に従って繰り返されるので、除算の余りが Ω によって利用

されるだけでよい。

前記式(7)と(8)の展開により以下の式が得られる。

$$\varphi = \frac{m}{n} \cdot (\psi + i \cdot \Omega) \quad (9)$$

ないしは

$$\varphi = \frac{m+1}{n} \cdot (\theta + j \cdot \Omega) \quad (10)$$

前記 i と j はさし当たりは未知の整数である。なぜなら例えば 0° から Ω の間の角度 ψ のもとではこの角度 ψ がどのくらい Ω を越えて回転したかがまだ未知だからである。

前記式(9)と(10)では同じ角度 ψ が供給されなければ成らないので(9)=(10)の関係が成り立つ。このことは以下の関係に結び付く。

$$m \cdot i - (m+1) \cdot j = \frac{(m+1) \cdot \theta - m \cdot \psi}{\Omega} \quad (11)$$

前記式の左辺は整数である。そのため右辺も整数でなければならない。

$$k = \frac{(m+1) \cdot \theta - m \cdot \psi}{\Omega} \quad (12)$$

角度 θ と ψ にはエラーが含まれているので(計数化による基本的及び静的な測定エラー)、前記式(12)は通常は整数ではなくなる。しかしながらこの式の次の整数が選択されるならば、角度のエラーが大幅に低減される。従って前記式(11)は以下の通りとなる。

$$m \cdot i - (m+1) \cdot j = k \quad (13)$$

これは2つの未知の値 i と j に対する式である。しかしながらこの i と j は整数でなければならないので、前記式(13)は離散的な解を有する(いわゆるジオファントス的問題)。評価に必要な唯一つの解は、以下のように簡単に見つけることができる。

$$i = j = -k \quad (14)$$

これらの値を用いて ψ が平均値として前記式(9)と(10)から算出される(それ

により場合によって生じている測定エラーが新たに縮小される)。

$$\varphi = \frac{m \cdot \psi + (m+1) \cdot \theta - (2m+1) \cdot k \cdot \Omega}{2n} \quad (15)$$

そのようにして算出された値 ψ は正の値も負の値もとりに得る。連続的な指示性を得るためには、負の値のもとで全システムの完全な周期が加算されなければならない。

$$\varphi' = \varphi + \frac{m \cdot (m+1)}{n} \cdot \Omega \quad (16)$$

図2 aと2 bには本発明による、自動車の操舵軸Lの角度測定用の装置が示されている。この目的のため

にはできるだけ非接触式で、最大でも4回転のハンドル回転ないし操舵軸回転が検出できるセンサが必要である。

図2中操舵軸L(この軸の角度 ψ が検出される)は図1の符号10の軸に相応する。また各歯車とそれらの回転角度 θ , ψ も図1のものに相応している。この場合は付加的に歯車12, 13にマグネット20, 21が設けられている。それらの磁界は歯車表面に存在する。2つのAMRセンサ(すなわち異方性磁気抵抗形センサ)を用いて表される角度センサ22, 23(これらは図1のセンサ14, 15に相応する)は角度 Ψ と ψ を測定する。操舵角センサの1つの組込例が図2 bに示されている。この実施例では、3つの歯車11, 12, 13が1つの平面内におかれている。歯車12, 13上にはマグネット21, 20が配設されている。これらのマグネット並びに2つのAMR角度センサ22, 23を用いて角度 θ と Ψ が絶対値検出される。AMRセンサの出力信号を処理する評価回路は、ハイブリッド回路24として示されている。角度 Ψ と ψ は、マグネット20, 21によって引き起こされる磁界の経過の識別によって行われる。

このAMRセンサの代わりに、その他の角度センサ、例えばホール素子を用いたセンサ、光学的センサ、誘導性センサ、容量性センサ、抵抗性センサなどを使用してもよい。使用されるセンサタイプに応じて、歯

車も適切に適合させることが必要である。また歯車の代わりに適当なコード係が設けられているコードディスクを使用しても良い。

完全な4回転に亘る操舵角の角度検出を可能にするためには、 $n=69$ 及び $m=23$ の選択が可能で、それによって周期全体で 1440° の、つまり正確に4回転までの測定が可能となる。

【図1】

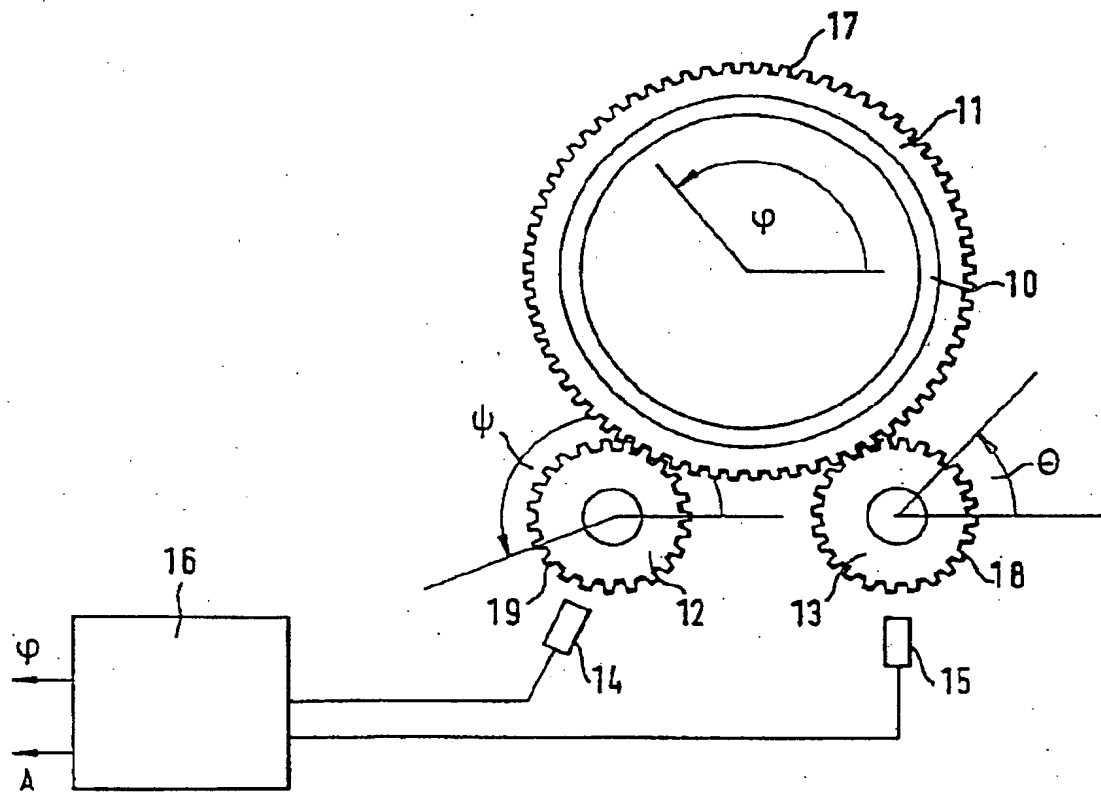
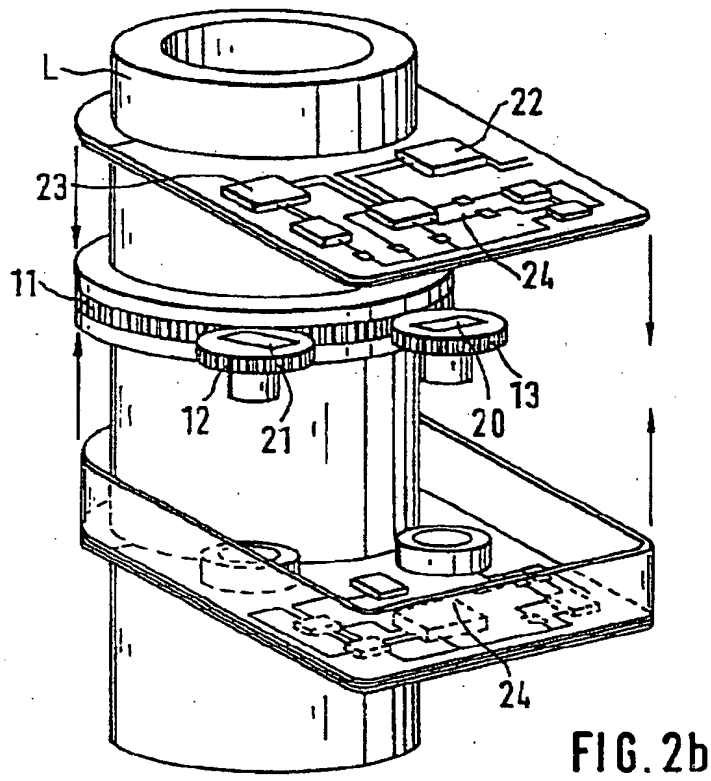
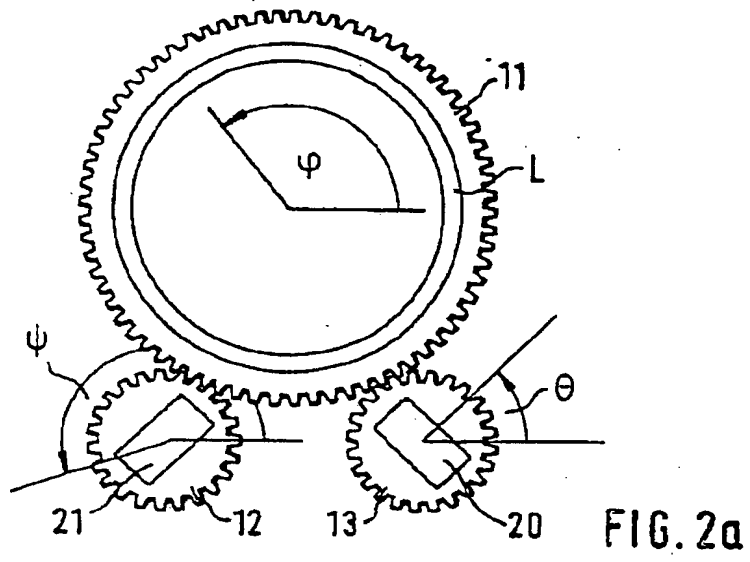


FIG. 1

【图2】



【图3】

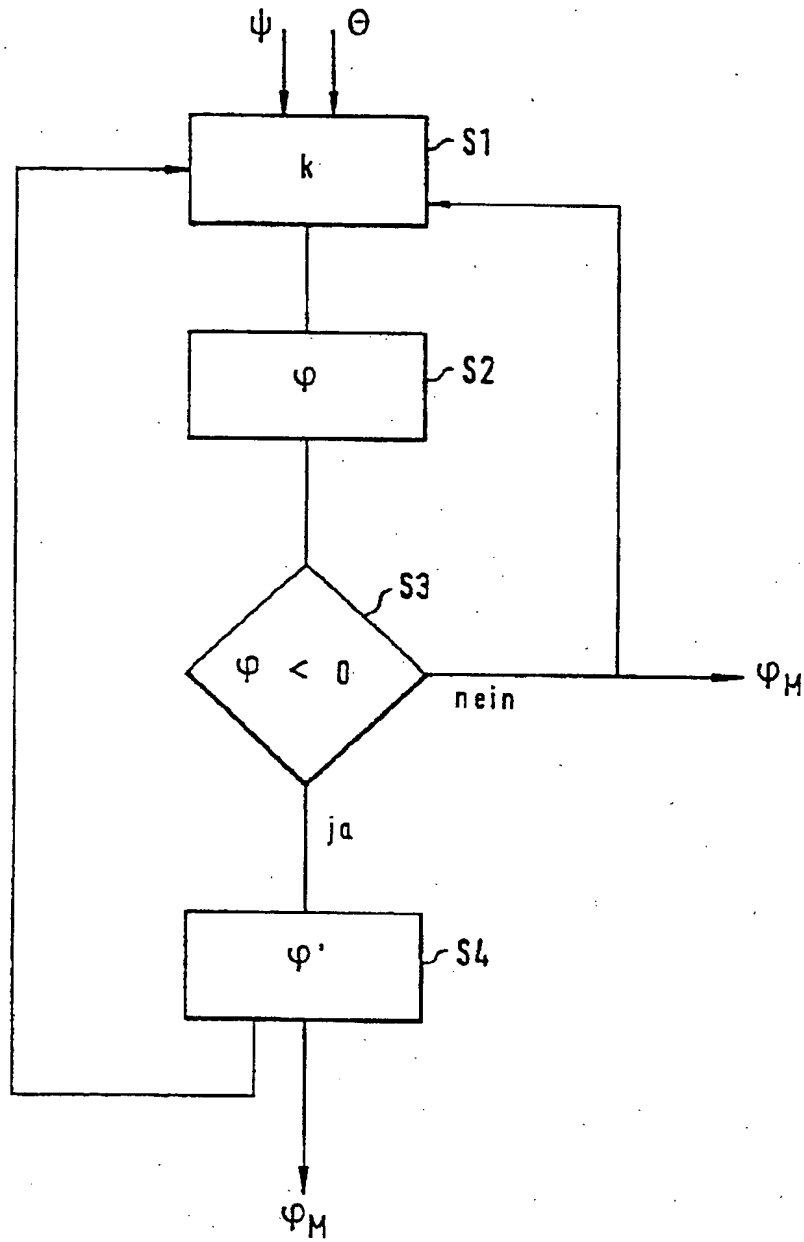


FIG. 3

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】1997年2月24日

【補正内容】

請求の範囲

1. 360°を越える角度のもとでも回転可能な回転体の角度測定のための方法及び装置であって、前記回転体は同形状の多数の角度マークないし歯を備え、さらに前記回転体は、同形状の別の数の角度マークないし歯を備えた少なくとも2つのさらなる回転体と共動しており、

前記さらなる回転体に対応付けされた2つのセンサが設けられており、該センサは前記さらなる回転体の角度位置に相応する信号を供給している形式のものにおいて、

角度位置 ψ が、測定された角度 θ 及び Ψ 並びに整数 k から求められ、前記整数 k は、角度 θ と歯車(13)の歯数 $(m+1)$ との乗算結果 $\theta \cdot (m+1)$ と、角度 Ψ と歯車(13)の歯数 m との乗算結果 $(\Psi \cdot m)$ の間で形成される差分をセンサ信号の周期性 Ω で除算することによって定められることを特徴とする回転体における角度測定方法及び装置。

2. 第1のステップにおいて整数 k が求められ、第2のステップにおいて、検出すべき角度 ψ が前記 k 値に基づいて以下の式、

$$\varphi = \frac{m \cdot \psi + (m+1) \cdot \theta - (2m+1) \cdot k \cdot \Omega}{2n} \quad (2)$$

の評価によって算出され、角度 ψ が負の場合には、引き続き完全な角度周期がこれに加算される、請求

の範囲第1項記載の回転体における角度測定方法。

3. 前記算出された数値 k の変化の妥当性が検査され、前記 k 値の変化の妥当性が否定された場合にエラーが識別される、請求の範囲第1項又は2項記載の回転体における角度測定方法及び装置。

4. 前記求めるべき角度は自動車の操舵角であり、第1の歯車が操舵軸に係合されて該操舵軸と共に回転する、請求の範囲第1項～3項いずれか1項記載の回転

体における角度測定方法及び装置。

5. 前記第2及び第3の歯車の角度位置を求めるセンサがAMR（異方性磁気抵抗形）センサであり、該AMRセンサは、歯車に結合されたマグネットを走査する、請求の範囲第1項～4項いずれか1項記載の回転体における角度測定方法及び装置。

6. 角度 Ψ と θ からの角度 ψ の検出を、ハイブリッド回路として構成された評価回路を用いて行い、前記2つのAMR（異方性磁気抵抗形）角度センサが該ハイブリッド回路の構成部である、請求の範囲第5記載の回転体における角度測定方法及び装置。

【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE96/00132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁶ G0105/04 G0105/249

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁶ G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Fr, A, 2 697 081 (ROCKWELL), 22 April 1994 see the whole document	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) of which is cited to establish the publication date of another claim or other special reasons (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application on issue to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is contrasted with one or more other such documents, such combinations being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 April 1996 (16.04.96)

Date of mailing of the international search report

29 May 1996 (29.05.96)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No.

PCT/DE 96/00132

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2697081	22-04-94	NONE	

フロントページの続き

- (72) 発明者 フランツ ヨスト
ドイツ連邦共和国 70565 シュツットガ
ルト シェーンブーフシュトラッセ 30
ベー
- (72) 発明者 マンフレート アーベントロート
ドイツ連邦共和国 71672 マールバッハ
シュトロームベルクシュトラッセ 9
ノ 1
- (72) 発明者 ハンス ブラウン
ドイツ連邦共和国 70178 シュツットガ
ルト コルプシュトラッセ 6